

# Les sous-produits industriels dans l'alimentation animale

par E. LETARD

Professeur à l'École nationale vétérinaire d'Alfort

C. LABOUCHE et P. MAINGUY

Vétérinaires inspecteurs de l'Élevage de la France d'outre-mer. — Chefs de services au laboratoire « Georges-Curasson »

Le fait d'étudier les produits alimentaires d'origine industrielle évoque l'existence d'activités industrielles. Or, celles-ci sont encore peu développées en Afrique occidentale française, si l'on excepte les Huileries du Sénégal et les usines traitant le palmiste en Côte-d'Ivoire et au Dahomey.

Les quantités de tourteaux de coprah, de sésame, disponibles sont infimes.

Une seule usine traite le karité, et les graines de coton ne sont pas traitées en A.O.F.

Des graines de *Citrullus* (berref), on ne tire parti que sur une échelle réduite à Dakar.

Les rizeries sont peu nombreuses, et ce n'est qu'épisodiquement que les céréales autochtones (petit mil et sorgho) sont soumises à des procédés de mouture perfectionnés (Moulin de l'A.O.F., à Dakar).

La pulpe de café reste inutilisée en A.O.F. pour l'alimentation du bétail.

L'industrie de la farine de poisson est inexistante.

Les sous-produits de la brasserie n'ont que peu d'importance, car il n'existe que quelques rares brasseries dans les ports.

En résumé, les tourteaux d'arachide et de palmiste mis à part, les sous-produits ne seront vraiment intéressants que lorsque l'industrialisation sera plus poussée en A.O.F.

Quant à l'utilisation sur place des sous-produits industriels, elle est réduite. Elle ne touche qu'exceptionnellement l'élevage bovin (Stations du Service de l'Élevage), puisque la très grande majorité des animaux, aux mains des Africains, sont exploités selon le mode extensif strict. Elle s'adresse plus spécialement à l'élevage porcin que l'on trouve dans les ports.

La valeur alimentaire des produits obtenus sur place est actuellement l'objet d'investigations diverses qui ne constituent cependant pas encore une étude approfondie.

Néanmoins, il a paru utile de signaler ceux des

aliments industriels dont on peut déjà disposer actuellement et de rappeler l'utilité des produits qui, avec le développement possible ou même escompté de l'industrie, ou avec l'adoption de procédés industriels nouveaux, sont susceptibles d'être mis à la disposition de nos animaux domestiques, dans un avenir plus ou moins proche, selon les conjonctures économiques.

Nous ne nous sommes pas proposé de faire une étude complète des aliments dignes d'être mentionnés à ce titre. Nous nous sommes bornés à rappeler l'essentiel des notions classiques les concernant, et aussi quelques conceptions récentes sur l'appréciation de leur valeur alimentaire.

## LES SOUS-PRODUITS DE L'ARACHIDE

La culture de l'arachide (*Arachis hypogaea*) a, en A.O.F., une très grande importance économique. Cette plante donne, pour l'alimentation du bétail, des produits divers :

- 1° Paille d'arachide;
- 2° Coques;
- 3° Sons gras;
- 4° Tourteaux, soit gras, soit délipidés.

La récolte des fruits de l'arachide à la main se fait de plus en plus rare.

Ce procédé permet d'obtenir la paille d'arachide en feuilles.

On procède surtout au battage sur une aire, avec une gaule ou un fléau; la paille d'arachide est alors brisée et les feuilles tombent en poussière.

L'utilisation des divers produits de l'arachide en A.O.F. est très réduite.

Néanmoins, la paille d'arachide est utilisée comme fourrage.

Le mode de traitement indigène du fruit de l'arachide consiste en décorticage, broyage au pilon

et extraction d'huile à la presse. Le résidu est un tourteau en forme de galette noirâtre et très dure.

Le traitement industriel comporte :

1° Le triage, pour l'enlèvement des corps étrangers;

2° Le décorticage qui sépare l'amande de la coque.

Cette dernière présente, à l'intérieur, une pellicule noire qui fournit les sons gras.

Le décorticage débarrasse également la graine de sa pellicule, de couleur variable, mais généralement rouge, peu adhérente, et constituant, à proprement parler, le « son d'arachide ». Reste l'amande, plus ou moins débarrassée de sa pellicule externe.

Après broyage des graines, l'extraction d'huile a lieu, soit par pression, d'où l'obtention de tourteaux gras ou « écaillés »; soit par les solvants (essence légère de pétrole), d'où l'obtention de tourteaux délipidés appelés « grumeaux ».

Les proportions des divers produits obtenus à partir de l'arachide en coques sont les suivantes :

Huile .....	34 à 35 kg
Coques .....	26 kg
Sons gras .....	1,5 à 2,1 kg
	pour 100 kg.

Le reste est constitué par des tourteaux.

### Exportation.

L'A.O.F. a exporté, en 1953, 125.000 tonnes de tourteaux d'arachide et, en 1954 (janvier à septembre), 98.000 tonnes.

Mise à part la paille d'arachide qui est utilisée comme fourrage, les autres dérivés alimentaires de l'arachide sont très peu employés en A.O.F.

Cependant, en quelques endroits, le porc reçoit du tourteau; il n'en est pratiquement pas distribué aux bovins.

### Paille d'arachide.

Composition chimique brute.

Voici la composition de quatre échantillons de provenances variées : Dakar, Sangalcam, Niore et Dara.

	Dakar	Sangalcam	Niore	Dara
Matières sèches ..	89,4	90,8	90,5	92,0
Protéines .....	15,2	8,8	7,0	10
	(N x 6,25)	(N x 6)	(N x 6)	(N x 6,25)
Lipides .....	1,9	1,3	1,5	1,5
Cellulose .....	19,9	36,6	35,7	33,4
Matières minér. ..	9,7	7,2	8,7	14,9

Valeur alimentaire : 48,8 TND (*Total digestible nutrients*) pour 100 kg de matière sèche (d'après Sen).

### Coques d'arachide.

Composition (d'après Kellner et Scheunert) :

	Principes bruts	Principes digestibles
Matières sèches .....	89,9	»
Protéines .....	7,2	2,6
Lipides .....	2,9	2,8
Extractifs non azotés .....	18,5	7,2
Cellulose .....	59,1	2
Matières minérales .....	2,2	»

Valeur amidon : 0,1.

Ainsi, les coques d'arachides sont à peu près dépourvues de valeur alimentaire; on ne saurait en admettre l'usage qu'exceptionnellement, afin d'augmenter le volume d'une ration riche en aliments concentrés. Leur utilisation, parfois faite comme véhicule de la mélasse, est peu recommandable, et leur vente, après réduction en farine grossière, sous le nom de « son d'arachide », est une fraude.

### Sons gras d'arachide.

Ceux-ci sont constitués, outre le résidu signalé ci-dessus, par les germes qui sont parfois séparés de l'amande après broyage pour l'obtention d'huile de première qualité et de tourteaux très blancs dits « neiges ». Ces sons contiennent aussi quelques fragments d'amandes et des débris de pellicules. On comprend que leur valeur alimentaire ne soit pas constante, d'autant plus qu'il leur est parfois ajouté frauduleusement des débris de coques.

Composition (d'après Kellner et Scheunert) :

	Principes bruts	Principes digestibles
Matières sèches .....	89,5	»
Protéines .....	21,8	16,3
Lipides .....	18,1	16,3
Extractifs non azotés .....	24,7	16
Cellulose .....	19,5	9,7
Matières minérales .....	5,4	»

Valeur amidon : 73,7.

D'autres analyses faites en France, notamment par Brioux, donnent des chiffres du même ordre mais comportent des variations qui montrent bien que ces produits ne sont pas constants.

Dans tous les cas, il sont riches en matières grasses (chiffres extrêmes 8,39 % et 19,44 %). Aussi leur conservation est-elle de courte durée; sous cette réserve, ce sont de bons aliments.

### Son proprement dit.

Le son proprement dit est constitué par la pellicule rouge acajou qui se sépare facilement de

l'amande; il est relativement rare de trouver ces déchets sur le marché. C'est un aliment pauvre en azote : 2 % environ. Son emploi le plus fréquent réside dans une réintégration bien inutile dans les tourteaux courants.

#### Tourteau d'arachide.

La composition moyenne brute du tourteau d'arachide obtenu par pression est la suivante (d'après Morrison) :

	Principes bruts (%)	Coefficients de digestibilité (moyenne %)
Matières sèches.....	93	»
dont :		
Protéines.....	43,5	91
Lipides.....	7,6	91
Extractifs non azotés.....	23,4	88
Cellulose.....	13,3	50
Matières minérales.....	5,2	»

#### Tourteaux obtenus par les solvants :

	Principes bruts (%)	Protéines digestibles
Matières sèches.....	91,6	»
dont :		
Protéines.....	51,5	46,9
Lipides.....	1,4	»
Extractifs non azotés.....	27,2	»
Cellulose.....	5,7	»
Matières minérales.....	5,8	»

#### Tourteaux de pression (d'après Kellner et Scheunert) :

	Principes bruts (%)	Principes digestibles
Matières sèches.....	91	»
dont :		
Protéines.....	50,8	46,7
Lipides.....	7,0	6,3
Extractifs non azotés.....	24,3	20,6
Cellulose.....	4,4	0,5
Matières minérales.....	4,5	»

#### Tourteaux obtenus par les solvants :

	Principes bruts (%)	Principes digestibles
Matières sèches.....	91,3	»
dont :		
Protéines.....	54	51,7
Lipides.....	2,7	2,4
Extractifs non azotés.....	23,6	21,3
Cellulose.....	5,1	0,5
Matières minérales.....	5,9	»

#### Valeur alimentaire (d'après Morrison) :

	TDN
Tourteaux de pression.....	82,4
Tourteaux par solvants.....	76,5

#### Valeur amidon (d'après Kellner et Scheunert) :

Tourteaux de pression.....	77,5
Tourteaux par solvants.....	70,2

La teneur en acides aminés des protidés des tourteaux d'arachide est la suivante (en ramenant au taux fixe de 16 % d'azote) :

	D'APRÈS Block et Bolling	D'APRÈS Jacquot, Mérat et Phillipart
Arginine.....	11,3	9,9
Histidine.....	2,1	2,1
Lysine.....	3,0	3,0
Tyrosine.....	4,4	4,4
Tryptophane.....	1,0	1,0
Phénylalanine.....	5,1	5,4
Cystine.....	1,6	1,6
Méthionine.....	1,0	1,0
Thréonine.....	1,6	2,4
Leucine.....	6,7	7
Isoleucine.....	4,6	3
Valine.....	4,4	8
Acide glutamique...	17,4	—
Glycine.....	5	—
Alanine.....	4,2	—

Le facteur limitant paraît être la méthionine.

La teneur du tourteau en vitamines lipo-solubles est variable suivant le degré de délipidation (d'après Morrison) :

Carotène : 0,176 mg/kg de tourteau.

Valeur vitaminique A : 292 U. I./kg de tourteau.

Vitamines hydrosolubles :

#### a) D'après Morrison, en mg/kg.

Vitamine B <sub>1</sub> .....	7,2
Vitamine B <sub>2</sub> .....	2,3
Vitamine PP.....	170,5
Acide pantothénique.....	53
Choline.....	1.850

#### b) D'après Jacquot, en γ par 100 g.

Thiamine.....	750
Riboflavine.....	350
Niacine.....	25.000

Les tourteaux obtenus par solvants sont dépourvus de vitamine C.

Nous ne nous étendrons pas sur la valeur du tourteau d'arachide dont l'emploi est très connu.

C'est aussi un des plus appréciés. Les études faites sur les protides de l'arachide sur le plan physico-chimique en donnent l'explication. On a isolé deux globulines, l'arachine et la conarachine, assez déficientes individuellement, mais qui se supplémentent (Jacquot). Si la place de l'arachide dans la hiérarchie des aliments azotés varie selon les auteurs, l'épreuve de l'alimentation semble bien montrer que, pour les animaux domestiques, le tourteau d'arachide est un des meilleurs. Il permet aussi la supplémentation des céréales, quoique moins efficacement que le soja.

Sa valeur protidique ne semble pas influencée par les traitements thermiques en usage dans certains modes d'extraction des huiles.

C'est avec satisfaction que l'on enregistre que l'A.O.F. est productrice d'un aliment concentré de haute valeur pour l'alimentation du cheptel.

\*  
\* \*

#### Tourteau de palmiste.

Le palmier à huile (*Elaeis guineensis*) est en quelque sorte un double oléagineux puisque de la pulpe de ses fruits (drupes) on extrait l'huile de palme, et de l'amande de ses noyaux l'huile de palmiste. Le fruit comprend en effet un péricarpe charnu, puis un endocarpe dur formant coque et une amande charnue huileuse. Le noyau formé de

l'endocarpe et de l'amande est concassé, l'amande est séparée des coques par flottaison dans l'eau salée, les amandes broyées sont traitées par pression et chauffage (extraction à l'*expeller*) et l'épuisement peut être complété par les solvants.

Les procédés d'extraction indigènes, utilisés depuis des temps immémoriaux, ne fournissent que des huiles de très mauvaise qualité et ont, en outre, un très faible rendement; aussi l'Institut des Recherches pour les Huiles et Oléagineux a été chargé, par le Ministère de la France d'outre-mer, d'installer en A.O.F. 8 huileries modernes, douées d'un excellent équipement, qui sont maintenant en fonctionnement.

Cependant, ces usines traitent surtout l'huile de palme; l'extraction de l'huile de palmiste est peu pratiquée sur place, bien que des huileries de palmistes existent en Guinée et en Côte d'Ivoire par exemple. Les palmistes sont plutôt exportés dans les pays d'Europe. Néanmoins, il en reste une certaine quantité sur place. La préparation pour l'exportation consiste à briser la coque du noyau pour en extraire l'amande; les indigènes se servaient autrefois de cailloux, mais, dans les usines modernes, le concassage des noix de palmes est entièrement mécanique et il existe des moto-concasseurs mobiles qui peuvent être transportés de village en village pour traiter les récoltes.

Le résidu de l'extraction de l'huile du noyau est le tourteau de palmiste. Celui-ci est consommé en Europe depuis très longtemps.

Une étude récente de Malakar et Rombauts indique les compositions suivantes :

Composition (en % du poids frais) du tourteau de palmiste

	H <sup>2</sup> O	CENDRES	PROTIDES N x 5,8)	GLUCIDES hydro- lysables	CELLU- LOSE	INDICE formique
Graines initiales .....	6,2	1,6	8,5	19,6	—	—
Tourteau délipidé à froid .....	12,2	3,4	15,9	35,5	13,2	32,5
Tourteau de fond d'extracteur .....	11,0	3,3	15,8	36,5	13,3	33
Tourteau moyen d'extracteur .....	8,7	3,5	15,8	40,8	—	—
Tourteau de première pression à l' <i>expeller</i> .....	7,1	2,7	13,1	24,6	—	—

La teneur en lipides, qui est de 45 à 50 % dans la graine, ne dépasse pas 1 % dans les tourteaux « finis », quel que soit le mode d'extraction. Dans les tourteaux non épuisés dont on disposait il y a quelques années, la teneur en lipides pouvait atteindre jusqu'à 8 %.

De l'étude des auteurs précités, il résulte que le tourteau de palmiste montre un assez bon équilibre des acides aminés; son taux en lysine est relativement élevé.

Des expériences de supplémentation entre tourteaux, c'est-à-dire à l'aide de mélanges de tourteaux

destinés à réaliser des combinaisons aussi favorables que possible au point de vue alimentaire, ont donné les résultats suivants chez le porc :

RÉGIME	GAINS DE POIDS DU PORC calculés en % du poids initial
Palmiste .....	188
— + arachide ...	189
— + soja .....	192
— + lin .....	218
— + tournesol ...	262

Ces observations ont été confirmées par Malakar et Rombauts chez le rat. Cela s'explique sans doute par le fait que la méthionine, peu abondante dans le palmiste, peut être regardée chez lui comme le facteur limitant, tandis qu'elle est en plus grande quantité dans le tournesol (3,4 au lieu de 1,5). On ne peut cependant pas être affirmatif sur ce point, car on ne connaît pas encore toutes les teneurs du tourteau de palmiste quant aux divers acides aminés qu'il contient.

Nous signalons ici, au passage, que cette expérience montre bien l'importance de la « qualité » des protides puisque l'arachide et le tournesol ont une même teneur en protides digestibles tandis que leur addition respective aux tourteaux de palmiste produit des effets très différents.

Les protides du palmiste se montrent insensibles à des traitements thermiques prolongés, ce qui laisse à l'industrie une grande liberté dans le choix des procédés d'extraction.

La teneur en vitamines du groupe B (vitamine B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP, acide pantothénique), sans être aussi importante que chez quelques autres tourteaux, comme l'arachide, le coton, le soja, n'est pas négligeable; elle n'est pas sérieusement affectée par le chauffage.

Le rapport phospho-calcique ( $\frac{Ca}{P}$ ) varie de 0,60 à 0,33 (Kellner); il est plus favorable que celui de l'arachide et de la plupart des autres tourteaux.

En A.O.F., le tourteau de palmiste n'est utilisé que sur une faible échelle.

On essaie actuellement de nourrir des porcs, en Côte d'Ivoire, avec une ration composée avant tout de tourteaux de palmiste. Pourtant, chez le porc, les coefficients de digestibilité des divers groupes chimiques constituant la farine de palmiste paraissent, dans l'ensemble, assez peu élevés. Certains auteurs reprochent au palmiste de trop durcir le lard, en raison d'une légère élévation de l'indice de saponification des lipides; il est vraisemblable que les

causes doivent être recherchées non dans le tourteau lui-même, mais dans les petites quantités d'huiles qu'il est susceptible de retenir.

Ce tourteau est bien mieux utilisé par les ruminants que par les porcs. Crowther pense que le palmiste est un des aliments du mouton les plus digestibles.

Son emploi chez les bovins est aussi bien connu, Beaucoup d'auteurs estiment qu'il augmente le taux de la matière grasse du lait, sans augmenter toutefois la quantité totale de lait; l'action favorable sur la production beurrière serait due aux lipides résiduels; le palmiste commercial serait donc d'autant mieux adapté à la production laitière qu'il contiendrait plus d'huile; il se passerait ainsi exactement le contraire de ce qu'on observe avec le soja; en réalité, cette question mériterait des recherches supplémentaires.

Rappelons qu'à tous les animaux, les tourteaux de palmiste ou la farine qui en est issue, doivent être donnés secs; le trempage dans l'eau, notamment tiède, aboutit au dégagement de produits odorants désagréables pour le bétail.

#### Tourteau de coprah.

Le coprah, formé de l'albumen périphérique de l'amande de la noix de coco (fruit du cocotier, *Cocos nucifera*), donne, après l'extraction de la matière grasse, les tourteaux et farines dits « de coprah » ou de « coco » ou de « cocotier ».

La récolte en A.O.F. se fait de la façon suivante :

La noix est cassée; l'albumen est détaché et découpé en lames fines qui sont soigneusement desséchées; ou, plus souvent, il est cassé en morceaux irréguliers, desséchés au soleil ou au feu avec fumée, ou dans des séchoirs industriels.

Ces fragments séchés sont traités pour en extraire le beurre de coco; reste le tourteau de coprah.

L'A.O.F. a exporté :

en 1952, 996 tonnes, valeur : 10.366.000 francs.

en 1953, 1.803 tonnes, valeur : 18.272.000 francs.

Composition chimique (d'après Morrison) :

	Coprah expeller (%)	Coprah par solvants (%)
Matière sèche .....	93,2	91,1
dont :		
Protéines .....	21,3	21,4
Lipides .....	6,7	2,4
Extractif non azoté .....	48,3	47,4
Cellulose .....	10,7	13,3
Cendres .....	6,2	6,6
Calcium .....	0,21	»
Phosphore .....	0,64	»
Potassium .....	1,95	»



D'après Kellner et Scheunert :

	Principes bruts (%)	Principes digestibles
Matière sèche .....	89,5	»
dont :		
Protéines .....	21,4	16,7
Lipides .....	8,5	8,2
Extractif non azoté .....	38,7	32,1
Cellulose .....	14,7	9,3
Cendres .....	6,2	»
Chaux .....	0,56	»
Acide phosphorique .....	1,34	»

*Digestibilité* (d'après Morrison). — Les coefficients de digestibilité sont les suivants, pour le coprah *expeller* :

Protéines .....	85 %
Graisses .....	100
Cellulose .....	46
Extractif non azoté .....	82

Kellner, d'après des essais directs faits chez des ruminants, donne ces coefficients de digestibilité :

Substances organiques .....	80 (75 à 85)
Protéines .....	78 (75 à 84)
Lipides .....	97 (96 à 100)
Extractif non azoté .....	83 (80 à 86)
Cellulose .....	63 (54 à 73)

*Teneur en acides aminés* (d'après Jacquot). — Calcul établi sur la base de 16 g d'azote :

Arginine, 7,1; Cystine, 1,8; Leucine, 11,3; Phénylalanine, 5,2; Tryptophane, 1,6; Valine, 2,4.

Le facteur limitant est vraisemblablement la valine.

*Teneur en vitamines* (d'après Morrison). — Tourteau *expeller* en mg/kg :

Thiamine, 0,6; Riboflavine, 2,6; Acide nicotinique, 29,2; Acide pantothénique, 7,0.

La valeur alimentaire globale (énergétique) peut s'exprimer ainsi :

a) D'après Kellner :

Valeur amidon ..... 76,5

b) D'après Morrison :

100 kg coprah *expeller* ..... 77,7 TDN

100 kg coprah délipidé ..... 68,6 TND  
(TDN = Total Digestible Nutrients)

c) 1 kg de tourteau = 1,05 Unité fourragère.

Les valeurs biologiques, déterminées expérimentalement, sont loin d'être constantes : 58 à 76 selon les auteurs. Il est vraisemblable que ces variations sont imputables à une sensibilité thermique, donc aux traitements industriels subis. Selon Jacquot, on

peut adopter provisoirement l'hypothèse que le coprah est d'autant plus nutritif qu'il a été moins chauffé.

En ce qui concerne l'emploi de ces tourteaux, bornons nous à rappeler ici qu'ils sont acceptés volontiers par tous les animaux. Dans l'alimentation de la vache laitière, ils sont considérés comme favorisant la sécrétion d'un lait riche et donnant un beurre ferme.

#### Tourteau de sésame.

La culture du sésame (le genre *Sesamum* comprend plusieurs espèces dont la plus commune est *Sesamum orientale*) est une culture autochtone.

Les graines rappellent, par leur forme, celles du lin, mais leurs dimensions sont plus réduites; leur couleur varie du blanc au noir. Elles sont contenues dans une capsule à quatre loges déhiscents.

En A.O.F., l'extraction de l'huile est faite uniquement par les Africains.

Les graines sont trempées dans l'eau pour dissoudre le pigment qui colorerait l'huile; on les pile pour enlever le tégument qui flotte sur l'eau. L'amarande est séchée et écrasée avec de l'eau bouillante pour l'obtention d'une pâte, soumise ensuite à la pression.

Kellner et Scheunert donnent la composition suivante pour le tourteau de sésame :

	Principes bruts	Principes digestibles
Eau .....	9,5	»
Protéines .....	39,8	36,6
Graisses .....	12,6	11,8
Extractif non azoté .....	20,6	14,6
Cellulose .....	6,8	5
Matières minérales .....	10,7	»

Valeur amidon : 79.

Les mêmes auteurs donnent, pour le tourteau délipidé, la composition suivante :

	Principes bruts	Principes digestibles
Eau .....	9,5	»
Protéines .....	45	42,8
Graisses .....	2,5	2,3
Extractif non azoté .....	23,2	16,2
Cellulose .....	7,5	5,6
Matières minérales .....	12,3	»

Valeur amidon : 61,8.

La différence entre ces deux valeurs amidon provient de la prééminence accordée, dans la méthode de Kellner, aux matières grasses en raison de leur pouvoir calorifique.

Voici les résultats d'analyses faites en A.O.F. :

	Soudan	Haute-Volta	Soudan
Humidité.....	5,15	8,62	6,62
Matières minérales ....	5,95	12	6,21
Matières grasses .....	5,07	8,04	5,12
Matières protéiques ...	43 (N × 5,5)	39,1 (N × 5,7)	48 (N × 6,25)
Cellulose .....	4,28	6,14	2,63
Extractif non azoté ....	36,4	25,9	»

La teneur en acides aminés, d'après Jacquot, est la suivante (sur la base de 16 % d'azote) :

Arginine, 9,2; Cystine, 1,3; Histidine, 1,5; Iso-leucine, 4,8; Leucine, 7,5; Lysine, 2,8; Méthionine, 3,1; Phénylalanine, 8,3; Thréonine, 3,6; Tryptophane, 1,9; Tyrosine, 4,3; Valine, 5,1.

D'après Jacquot, la déviation, toute théorique, dite « Déviation standard » par rapport aux protides totaux de l'œuf, montre que la lysine est le facteur limitant; son pourcentage de déficit est — 61.

La teneur en vitamines (d'après Morrison) serait la suivante :

Carotène .....	0,39 mg/kg
Activité vitaminique A .....	660 U.I./kg
Riboflavine .....	3,3 mg/kg
Acide pantothénique .....	5,9 mg/kg

Kellner et Scheunert indiquent que les tourteaux de sésame constituent des aliments très analogues aux tourteaux de lin en ce qui concerne leurs qualités hygiéniques et leur action lénifiante.

Bien qu'ils donnent au beurre une consistance un peu molle, ils sont appréciés dans l'alimentation de la vache laitière; ils donnent également de bons résultats dans l'engraissement des bovins et des moutons, chez le bœuf de trait et même chez le cheval.

Les tourteaux riches en graisse rancissent facilement; leur bonne conservation exige une attention particulière.

#### Tourteau de coton.

Les diverses espèces de cotonniers (Plantes de la famille des Malvacées, genre *Gossypium*) donnent des graines de deux types : les unes dites « nues », les autres « vêtues ».

Ces différences, de même que les manipulations de divers ordres auxquelles sont soumises ces graines, aboutissent à l'obtention de résidus alimentaires d'aspect et de valeur variables.

Le fruit du cotonnier est une capsule pluriloculaire s'ouvrant, à la maturité, en autant de valves qu'il y a de loges intérieures et contenant les filaments et les graines. Le coton brut est constitué par

du coton-graine, c'est-à-dire par la fibre adhérente à la graine et plus ou moins souillée de débris végétaux, provenant notamment des valves, et de poussières. La proportion de fibre textile par rapport au coton-graine est environ 1/3 en poids.

La graine est recouverte de téguments (spermodermes) épais, constituant une coque. La séparation de la coque et de l'amande peut être réalisée par le décortiquage.

Pour éviter des transports onéreux, la séparation de la fibre et de la graine, opération préparatoire à la vente et à l'exportation, donne lieu, en A.O.F., dans les régions productrices de coton, à une industrie active de caractère volontairement dispersé.

Dans le traitement du coton tel qu'il se pratique en Afrique noire, la graine est trop souvent utilisée comme résidu qui ne sert que partiellement au chauffage des chaudières de machines à vapeur, dispensant la force motrice aux appareils employés dans l'industrie cotonnière elle-même. Or, la graine de coton renferme 13 à 20 % d'une huile alimentaire couramment consommée aux U.S.A., en Angleterre et au Levant, et qu'on se préoccupe de faire entrer dans le potentiel de nos ressources africaines en matières grasses. C'est ainsi qu'il existe des huileries de coton à l'Office du Niger.

En vue de l'huilerie, le travail des usines à coton doit être complété par un travail sur graines.

La séparation de la fibre textile et de la graine est réalisée par des appareils de types divers. On emploie surtout en A.O.F. les délinteuses.

Après le délitage, on procède au décortiquage et à la séparation des enveloppes et de l'amande. Enfin, on opère l'extraction de l'huile à la presse ou aux solvants. Par ce processus, on obtient un résidu issu seulement de l'amande décortiquée.

Signalons que le commerce mondial offre des tourteaux ayant une origine tout autre que la précédente. C'est ainsi qu'on distingue les tourteaux dits « bruts-cotonneux » contenant encore de très nombreux filaments de coton, des tourteaux bruts non cotonneux dans lesquels l'amande n'a pas été séparée de ses enveloppes, des tourteaux semi-décortiqués, enfin des tourteaux décortiqués.

Plus le produit est pur, plus sa couleur s'éclaircit. Alors que les tourteaux bruts ont une teinte brunâtre, les tourteaux décortiqués ont une teinte jaune, jaune safran, jaune verdâtre.

Les farines de coton, forme sous laquelle le produit alimentaire est souvent présenté, ont également des aspects divers, selon la qualité et la nature des tourteaux d'où elles dérivent et selon leur finesse. Celles qui ont une couleur jaune claire sont le plus prisées.

## Composition chimique des graines séchées à l'air

	GRAINES entières (%)	AMANDES (%)	COQUES (%)
Eau .....	9,9	6,9	9,3
Protéines .....	19,4	30,3	3,8
Matières grasses .....	19,5	29,6	0,3
Extractif non azoté .....	23,9	15,4	37,3
Cellulose .....	22,6	4,8	46,1
Cendres .....	4,7	6,9	2,6

La composition des tourteaux de graines décortiquées est la suivante, d'après Kellner et Scheunert :

	Principes bruts	Principes digestibles
Eau .....	8,0	»
Protéines .....	46,2	39,7
Graisses .....	8,9	8,4
Extractif non azoté .....	22,9	15,3
Cellulose .....	7,0	2,0
Matières minérales .....	7,0	»

Valeur amidon : 71,2.

Tourteaux de graines non décortiquées, d'après les mêmes auteurs :

	Principes bruts	Principes digestibles
Eau .....	10,5	»
Protéines .....	24,5	18,1
Graisses .....	6,5	6,1
Extractif non azoté .....	26,3	13,4
Cellulose .....	25,0	4,0
Matières minérales .....	7,2	»

Valeur amidon : 39,2.

Ainsi, il existe d'un produit à l'autre, selon le procédé de fabrication, des différences considérables au point de vue alimentaire. Si l'origine du tourteau peut être assez facilement présumée d'après ses caractères extérieurs (présence de débris d'enveloppes), il n'en est pas de même lorsqu'il est réduit en farine; il faut donc exiger toutes garanties quant à l'origine de celle-ci.

Lorsque l'extraction des matières grasses est faite par les solvants, leur taux peut s'abaisser dans le tourteau à 1 ou 2 %. Le taux des protéines peut alors atteindre 50-55 %.

Teneur en acides aminés indispensables, calculée en % sur la base de 16 % d'azote (d'après Jacquot) :

Arginine, 7,4; Cystine, 2,0; Histidine : 2,6; Iso-leucine, 3,3; Leucine, 5,0; Lysine, 2,7; Méthio-

nine, 2,1; Phénylalanine, 6,8; Thréonine, 3,0; Tryptophane, 1,3; Tyrosine, 3,4; Valine, 3,7.

Ainsi, plusieurs acides aminés essentiels sont faiblement représentés, notamment la lysine.

Le tourteau de coton est exceptionnellement riche en certaines vitamines du groupes B. Il contient, par 100 gr, 1.020 γ de riboflavine et 1.400 γ de thiamine; il est peu riche en carotène.

De tous les tourteaux nobles, c'est le plus riche en phosphore (1,11 %), mais il est pauvre en calcium (0,22 %).

*Toxicité des tourteaux et des farines de coton.* — On sait que, dans l'emploi de ces produits, riches au point de vue alimentaire, il est un écueil. On a enregistré à la suite de cet emploi, des accidents toxiques, surtout chez les jeunes (veaux, agneaux) et, de façon générale, chez le porc.

Withers et Carruth ont montré, à la suite de plusieurs années de recherches, que le principe toxique de la graine de coton est un corps non azoté, à fonction phénolique, qu'ils ont isolé à l'état de pureté et auquel ils ont donné le nom de gossypol.

Ils ont montré que la cuisson des amandes ou le traitement des farines pendant un temps assez long à la chaleur humide diminuait considérablement la toxicité par la transformation du gossypol en un de ses dérivés, le gossypol D. La teneur du coton en gossypol varie beaucoup, d'après les auteurs américains, selon le sol où pousse la plante et les conditions de la végétation, et sans doute aussi la variété botanique.

Il est donc important de connaître les teneurs respectives d'un produit en gossypol proprement dit et en gossypol D, suivant les conditions précitées et aussi suivant les procédés de fabrication industrielle de l'aliment.

En général, il existe très peu ou point de gossypol dans les tourteaux obtenus à chaud. Plusieurs brevets ont été pris concernant des procédés industriels assurant la « détoxification » du tourteau de coton.

*Action de la chaleur sur la valeur protidique.* — Il est intéressant de rappeler en même temps les effets de la chaleur sur le tourteau de coton. Les valeurs biologiques indiquées pour le tourteau de coton varient extrêmement (de 62 à 81) (Jacquot). Ces divergences s'expliquent peut-être en partie par la variété d'aliments issus du coton, mais elles s'expliquent aussi sans doute, quand la matière première est la même, par les modes de traitements industriels employés.

Les essais faits sur le rat montrent que les protides du coton sont d'autant mieux utilisés qu'ils ont été moins chauffés. Il est vraisemblable que la lysine, bien que présente, est devenue inutilisable.



Il est très probable aussi que la chaleur, insolubilisant une partie de l'azote primitivement extrac-  
tible, diminue l'utilisation digestive et, par là même,  
l'efficacité protidique (Jacquot). Ainsi, les protides  
du coton exigent d'être chauffés le moins possible  
pour conserver leur efficacité.

Il est donc utile d'étudier et de mettre au point  
les procédés d'extraction à appliquer à des graines  
dont la teneur en gossypol est déterminée afin  
d'assurer la plus grande valeur alimentaire, notam-  
ment la plus grande efficacité protidique, tout en  
prévenant la toxicité.

Le coton est considéré comme efficace pour sup-  
plémenter les céréales et les maïs; il les valorise  
nettement. Selon les auteurs américains, la supplé-  
mentation des céréales par le coton serait analogue  
à celle du soja.

Ces données sont à considérer sur le plan pratique.

*Le tourteau de coton dans la pratique de l'alimentation.* — Nous n'insisterons pas sur les appli-  
cations pratiques de l'utilisation des dérivés du  
coton dans l'alimentation des animaux.

Les documents, d'origine américaine surtout,  
abondent sur ce sujet.

Rappelons seulement que le tourteau décor-  
tiqué, obtenu par les procédés éliminant le gossy-  
pol, est vraiment un aliment de choix, utilisable  
dans des spéculations très diverses, et notamment  
chez les vaches laitières auxquelles il est très lar-  
gement distribué aux Etats-Unis. S'il n'est pas assez  
délipidé, il peut rendre le beurre très dur, et même  
serait susceptible de lui donner une odeur de suif.  
Il est très apprécié pour les bovins d'élevage et  
d'engraissement, et aussi chez les ovins.

Lorsque l'on peut avoir quelque doute sur l'ori-  
gine du produit, il convient toujours de l'employer  
avec précaution, en examinant attentivement le  
comportement des animaux.

Chez le porc notamment, il faut l'utiliser avec  
ménagement et le mélanger avec d'autres aliments  
concentrés (9 à 10 % de la ration). Kellner et Scheu-  
nert en déconseillent nettement l'emploi dans cette  
espèce.

Il peut également être utilisé chez les volailles,  
quoique insuffisant pour elles comme aliment con-  
centré essentiel. Chez les poules pondeuses, on  
recommande de ne le faire entrer dans les mélanges  
alimentaires qu'à la dose de 5 à 10 % par crainte  
d'une action sur le jaune d'œuf qui, à la conser-  
vation, pourrait prendre une teinte brunâtre ou vert  
olive.

#### **Tourteau de karité.**

Le karité est un arbre spontané de la région sou-  
danaise. Il n'est pas cultivé.

Son fruit est une baie ressemblant à une prune

jaune verdâtre. La maturité survient vers la mi-juin.

Le péricarpe charnu est comestible. La coque est  
mince et ligneuse. L'amande est riche en latex et  
en matières grasses.

La récolte se fait à maturité. Les indigènes  
ramassent les fruits tombés et mangent la pulpe,  
généralement après bletissement.

La pulpe est généralement enlevée par fermenta-  
tion dans des vases en terre ou des trous creusés  
dans le sol. Elle est alors détachée par lavage.

Les noix obtenues après dépulpage sont séchées  
au soleil ou passées au four, puis concassées. Les  
amandes sont broyées et légèrement rôties pour  
l'obtention d'une pâte qui est mise à sécher et  
pilonnée à nouveau. Après ébullition prolongée, la  
graisse surnage et est récupérée.

Le karité peut être traité industriellement. Il  
fournit alors le tourteau de karité. Mais cette industrie  
est encore peu développée en A.O.F.

La récolte est, en réalité, très incomplète. Comme  
elle coïncide avec la période des cultures, souvent  
l'Africain ne ramasse que les fruits nécessaires à  
sa consommation annuelle de beurre de karité.

Les fruits non ramassés sont consommés par les  
animaux.

#### *Composition du tourteau (d'après Jacquot) :*

Eau .....	12,5
Cendres .....	6,7
Protides .....	15
Lipides .....	3,5
Cellulose brute .....	10,5
Extractif non azoté .....	51,8

*Teneur en acides aminés, calculée en %, sur la  
base de 16 % d'azote (d'après Jacquot) :*

Arginine, 8,2; Cystine, 1; Leucine, 7,5; Phényl-  
alanine, 2,9; Tryptophane, 1,1; Valine, 1,4.

En ce qui concerne la valeur alimentaire, elle est  
encore peu étudiée.

Pour Jacquot, le karité constitue un élément de  
déséquilibre alimentaire à cause de son taux exagéré  
en glucides indigestibles. Au-dessus de 20 % dans  
la ration, il provoque, chez le rat, des accidents  
rapidement mortels; chez le porc, on note la perte  
de l'équilibre, des troubles encéphaliques, de la  
constipation.

Pour Perrot, des essais effectués par Dechambre,  
à Grignon, ont montré que les animaux acceptent  
difficilement le tourteau de karité, mais aucune  
toxicité manifeste n'a été relevée.

Jacquot pense, étant donné les nombreuses  
variétés de karité qui existent en A.O.F., que cer-  
taines pourraient peut-être donner des tourteaux  
acceptables. La preuve reste à faire.

Des expériences mériteraient d'être faites méthodiquement, avec ces diverses variétés, notamment chez les ruminants.

### Tourteau de beref.

On désigne sous le nom de beref les graines de *Citrullus vulgaris*.

La pulpe est utilisée dans la cuisine africaine, ou est donnée à manger au bétail.

Les graines sont obtenues en grande quantité après putréfaction des fruits mis en tas. Elles sont séchées au soleil.

D'après les analyses effectuées en Gold Coast, en Sierra Leone, en Nigéria, ces graines contiennent 45 % de lipides et 34 % de protéines (Dalziel).

Au Sénégal, elles sont parfois traitées par les huileries; d'où l'obtention du tourteau de beref.

*Composition du tourteau (d'après une analyse effectuée au laboratoire de Dakar) :*

Eau .....	8,55 %
Cendres .....	6,24
Lipides .....	7,89
Protéines .....	28,05
Cellulose .....	28,35
Extractif non azoté .....	20,90

On n'a aucun renseignement sur la teneur en acides aminés, en vitamines, sur la digestibilité, donc sur la valeur biologique et la valeur énergétique.

Rappelons toutefois que, d'après Kellner, des graines de *Curbis* que l'on peut rapprocher des graines de *Citrullus*, bien que celles-ci contiennent sensiblement plus de cellulose, ont des coefficients de digestibilité très élevés.

### Pulpe de café.

La pulpe de café est obtenue par dépulpage, par voie humide ou sèche, du fruit du caféier.

Après lavage des fruits, ceux-ci sont placés dans des cuves de fermentation. La pulpe est enlevée par des machines spéciales et entraînée dans un courant d'eau.

Aux U.S.A., on compte que la pulpe constitue 70 % du poids du fruit.

15 kg de cerises de *Coffea liberica* donnent 1kg de café sec.

La composition chimique est la suivante :

Matière sèche .....	77,7 %
dont :	
Protéines .....	11,23
Lipides .....	1,73
Extractif non azoté .....	44,7
Cellulose .....	13,16
Cendres .....	6,87

D'après des essais faits en Amérique, la valeur alimentaire de cette pulpe serait égale à celle du maïs pour les vaches laitières. La présence de caféine et de tanin ne provoque pas de troubles.

Les animaux acceptent difficilement la pulpe seule, mais l'absorbent volontiers lorsqu'elle est mélangée à d'autres aliments.

L'utilisation de la pulpe de café n'est pas encore pratiquée dans l'alimentation du bétail en A.O.F.

### Farines de poisson et sous-produits de la pêche.

Il n'existe pas d'industrie de la pêche en A.O.F. Des tentatives ont été faites pendant la guerre pour installer des conserveries à Dakar et à Joal, mais les conditions économiques défavorables du moment ont conduit à un échec.

De nouveaux essais vont être tentés prochainement par une firme marocaine avec des moyens industriels, financiers et techniques très importants qui ont fait défaut pendant la guerre.

Cette firme se propose de fabriquer des farines de poisson à des prix pouvant entrer en concurrence, sur le marché mondial, avec les produits similaires.

On peut trouver sur le marché de Dakar, des farines de poisson utilisables pour l'alimentation animale. Ces farines sont préparées en petites quantités (500 kg à 1 tonne) selon un mode artisanal; elles sont généralement riches en matières minérales et en cendres insolubles (sable). Le taux de matières protéiques, calculé avec le coefficient 6,25, n'atteint jamais 50 %; il varie entre 30 et 48 %. Le taux de matières grasses pouvant dépasser 5 % explique le rancissement rapide.

Le pourcentage d'azote ammoniacal montre que le poisson utilisé a subi un début de putréfaction avant son traitement.

Voici trois analyses donnant la composition moyenne des farines que l'on peut se procurer à Dakar.

	Pour 1.000		
Humidité .....	48	81,4	97,4
Matières minérales ....	453	364,7	333,8
Matières grasses .....	32	56,9	35,4
Matières protéiques (N x 6,25) .....	329,7	487,5	472
Phosphore .....	32	53	52,5
Calcium .....	135,39	107	96,1
Azote ammoniacal .....	»	2,9	35,4
Acidité .....	»	15,9	1,83
Insoluble HCl .....	»	82,5	63,18

Le Service des Pêches de l'Inspection Générale de l'Elevage a commencé l'étude des farines de poissons en vue de leur utilisation par l'homme, en particulier comme complément alimentaire pour le traitement du *kwashiorkor*.

Ces farines, préparées en très petites quantités, ont été étudiées par le laboratoire de l'Élevage de Dakar. L'examen des analyses montre leur intérêt et les possibilités que la pêche offre en A.O.F.

A signaler, comme le suggère Ferrando, que l'influence des rayons U. V. au cours du séchage des poissons, n'a pas été l'objet d'étude particulière. Celle-ci mériterait d'être faite.

Composition de la farine de poissons de diverses espèces.

ÉCHANTILLON	EAU	MATIÈRES minérales	MATIÈRES grasses	MATIÈRES protéiques	P	Ca	AZOTE ammoniacal	HCl
<i>Pagellus mornyrus</i> .....	68,6	47,0	53,3	891,0	7,9	5	0,59	1,7
<i>Sargus sargus</i> .....	39,6	41,1	115,5	843,0	8,5	5,8	1,74	1,6
<i>Otolithus brachygnatus</i> .....	163,5	29,3	33,7	782,0	6,1	7,8	2,26	0,9
<i>Cybium tritor</i> .....	34,9	36,4	174,1	860,0	8,5	1,1	1,4	0,7
<i>Caranx carangus</i> .....	30,5	25,7	93,4	795	6,3	1	0,89	1
<i>Sardinella eba</i> .....	87,7	216,4	35,0	638,7	26,3	44	0,70	70,1
<i>Sardinella eba</i> .....	84,7	110,7	126,9	672,5	19	35,2	0,51	3,1
<i>Smaris melanurus</i> .....	86,9	123,5	79,1	676,7	21,1	38,4	0,58	2,7
<i>Diagramma mediterraneum</i> .....	115,4	52,4	43,9	833,75	8,1	9,7	1,21	1
<i>Euthymnus alliteratus</i> .....	66,1	35	37,2	838,12	7,3	5,7	0,69	1,4
<i>Albula vulpes</i> .....	110	40,8	108,8	751,8	8,2	8,6	1,53	0,9
<i>Ephippus goreensis</i> .....	114	40,2	107,6	753,7	7	8,9	1,24	0,1
Sardinelles entières .....	66	235	28,2	606,2	26,5	19,6	0,79	79,6

Ainsi les produits industriels de beaucoup les plus intéressants actuellement en A.O.F. sont les résidus des huileries.

Aussi, il nous paraît utile de rappeler brièvement en manière de conclusion, deux ordres de faits importants.

1<sup>o</sup> Contrairement à ce qu'on a pu penser, il y a quelques années, les tourteaux délipidés par extraction aux solvants organiques semblent bien avoir, dans l'alimentation, un résultat aussi favorable que les tourteaux obtenus par pression et contenant 4 à 8 % de lipides résiduels.

Nous disons « semblent bien », car si le fait peut être considéré comme nettement établi pour l'alimentation du porc et des volailles, il y a quelques expérimentateurs, à l'encontre de beaucoup d'autres, qui ont constaté, chez la vache laitière, un très léger avantage en faveur des tourteaux de pression, au point de vue quantitatif (4 % de lait en plus) et au point de vue qualitatif (2 % de matières grasses en plus).

Mais ces résultats très limités ne sont pas vraiment démontrés, et, de toute façon, ils prouvent un rôle très réduit des matières grasses alimentaires dans la production du lait, eu égard à celui qui leur a été autrefois attribué.

Au reste, le physiologiste danois Mollgard estime bien qu'il n'y a aucune relation entre le taux butyreux du lait et la quantité des lipides de la ration.

Lorsque l'apport quotidien de matières grasses digestibles indispensables à l'entretien est fourni (300 à 400 gr par 1.000 kg de poids vif chez les bovins), ce qui est pratiquement toujours réalisé dans une ration normalement composée, l'influence d'une augmentation des lipides des rations de base se montre nulle.

Il apparaît aussi que l'augmentation de l'indice d'iode des lipides a une action défavorable sur le taux butyreux du lait : en même temps le beurre devient trop mou ; un indice d'iode de 29,4 à 35 donne un beurre de bonne consistance ; au-dessous de 29,4, au contraire, le beurre devient sec et s'émiette facilement.

2<sup>o</sup> La seconde constatation a trait aux variations apportées à l'efficacité biologique, notamment productive, du résidu industriel par les traitements thermiques.

Cette efficacité peut être, dans certains cas, augmentée, dans d'autres cas, diminuée ; quelquefois enfin, elle paraît inchangée.

Il est très souhaitable que la portée de cette notion, établie principalement à la suite d'études sur

les animaux de laboratoire, soit éprouvée chez nos espèces animales par expérimentation directe (1).

---

(1). Pour ces questions, consulter notamment :

- a) Jacquot, Mérat et Philippart. — **Les tourteaux alimentaires.** Monographies de l'Institut technique d'Etudes et de Recherches des Corps gras.
- b) Ferrando, Jacquot et Mérat. — **Réalisations nouvelles et perspectives d'avenir pour les tourteaux oléagineux.** *Annales de la Nutrition et de l'Alimentation*, 1954, VIII, p 547 à 588.
- c) Jacquot. — **Traitements thermiques et valeur alimentaire.** *Annales de l'Institut national de la Recherche agronomique*, Série D. — *Annales de Zootechnie*, 3<sup>e</sup> année, n° 3 juillet-septembre 1954, p. 189.